

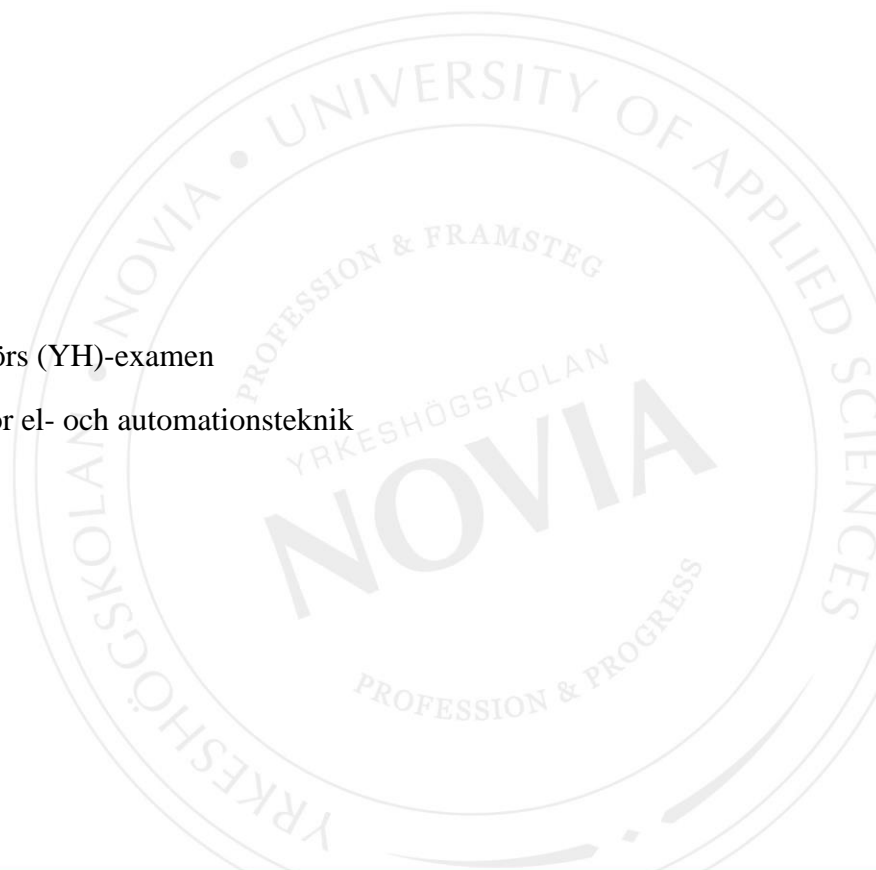
Utbyte av kommunikationsprotokoll till IEC 61850 i elstation

Benjamin Ainonen

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för el- och automationsteknik

Vasa 2018



EXAMENSARBETE

Författare: Benjamin Ainonen

Utbildning och ort: Elektroteknik Vasa

Inriktningsalternativ: Elkraftsteknik

Handledare: Ronnie Sundsten

Titel: Utbyte av kommunikationsprotokoll till IEC 61850 i elstation

Datum 21.4.2018 Sidantal 31

Bilagor 3

Abstrakt

Detta examensarbete behandlar utbyte av kommunikationsprotokoll i en elstation, från SPA Bus till IEC 61850.

Syftet med examensarbetet var att byta ut kommunikationen mellan SCADA och skyddsreläerna i en av Nykarleby Kraftverks elstationer, från SPA Bus till IEC 61850. Detta utfördes genom att skyddsreläerna fick nya kommunikationskort installerade. Med det nya kommunikationsprotokollet får mera information från reläerna, t.ex feltyp, direkta mätningar samt manövrering och indikering som sker direkt. Det innebär också att man i framtiden kan utföra all konfigurering och manövrering samt ha full kontroll över allt från driftscentralen utan att behöva åka ut till elstationen för att ansluta datorn till ett skyddsrelä. Reläerna får även uppdaterad programvara och blir periodbesiktade under arbetets gång.

I examensarbetets teoridel behandlas elstationer och elnät i allmänhet, den utrustning som användes samt den programvara som användes. I examensarbetets praktiska del behandlas planering, konfigurering av kommunikationsinställningar och skyddsinställningar samt testning av skyddsreläer. Resultatet av detta examensarbete blev ett fungerande och snabbare kommunikationssystem mellan SCADA och skyddsreläerna.

Examensarbetet gjordes på uppdrag av Nykarleby Kraftverk Ab mellan våren 2017 och våren 2018.

Språk: svenska

Nyckelord: IEC 61850, elstationsautomation, reläskydd

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Benjamin Ainonen

Koulutus ja paikkakunta: Sähkötekniikka, Vaasa

Suuntautumisvaihtoehto: Sähkövoimatekniikka

Ohjaaja(t): Ronnie Sundsten

Nimike: Sähköaseman kommunikointiprotokollan vaihtoa IEC 61850:een

Päivämäärä 21.4.2018 Sivumäärä 31

Liitteet 3

Tiivistelmä

Tässä työssä kuvataan sähköaseman kommunikointiprotokollan vaihtoa SPA Busista IEC 61850:een.

Työhön kuului kommunikointiprotokollan vaihto SCADA:n ja suoja-releiden välillä, yhdellä Uudenkaarlepyyn Voimalaitoksen sähköasemilla, SPA Busista IEC 61850:een. Työ toteutettiin niin, että suoja-releisiin asennettiin uudet kommunikointikortit. Uudella kommunikoinnilla saadaan enemmän tietoa releistä, mm. sähköverkon vikatyyppejä ja mittauksia. Ohjaukset ja tilatiedot tulevat ilman viivettä perille. Tämä myös mahdollistaa että tulevaisuudessa voidaan tehdä releasetuksia ja muita asetuksia etänä valvomosta ilman että tarvitsee käydä paikan päällä liittämässä tietokonetta releeseen. Releet saivat myös uusimmat ohjelmat ja testauksessa tehtiin vuosikoestukset samalla kertaa.

Opinnäytetyön teoriaosassa käsitellään sähköasemia ja sähköverkkoa yleisesti, sekä komponentteja ja ohjelmia. Opinnäytetyön käytännön osassa käsitellään suunnittelua, kommunikointi- ja suojauskonfigurointia ja suoja-releiden testausta. Opinnäytetyön tuloksena on toimiva ja nopeampi kommunikointi SCADA:n ja suoja-releiden välillä.

Opinnäytetyö tehtiin Uudenkaarlepyyn Voimalaitokselle kevään 2017 ja kevään 2018 välisenä aikana.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: IEC 61850, sähköasema-automaatio, suoja-rele

BACHELOR'S THESIS

Author: Benjamin Ainonen

Degree Programme: Electrical Engineering, Vaasa

Specialization: Electrical Power Engineering

Supervisor(s): Ronnie Sundsten

Title: Substation Communication Protocol Exchange to IEC 61850

Date April 21, 2018 Number of pages 31

Appendices 3

Abstract

This thesis is about changing the communication protocol in a substation from SPA Bus to IEC 61850. This thesis was done on behalf of Nykarleby Kraftverk Ab between the spring of 2017 and the spring of 2018.

The purpose of this thesis was to change the communication between SCADA and the protection relays in one of Nykarleby Kraftverk's substations, from SPA Bus to IEC 61850. This was achieved by installing new communication cards in the protection relays. The new communication protocol allows the user to get more information out of the protection relays, for example fault type, direct measurements and direct indication. This also means that all the configuration and operating of the relays in the future can be performed from the operation center without having to go to the substation to connect a computer to the protection relay. The protection relay also gets updated firmware and periodic inspections during the work.

The theoretical part of this thesis consists of substations, the power grid in general, the equipment that was used and the software that was used. The practical part of this thesis consists of planning, configuration of communication settings and protection settings and testing of the protection relays. The result of this thesis was a functioning and faster communication system between SCADA and the protection relays.

Language: swedish

Key words: IEC 61850, substation automation, protection relay

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Syfte	1
2	Elnätet i Finland.....	2
2.1	Stamnätet	2
2.2	Regionnät och distributionsnät.....	3
2.3	Ringmatning.....	3
2.4	Elstationer.....	4
2.4.1	Brytare	4
2.4.2	Frånskiljare	5
3	Kampen	6
3.1	Kampen Nya	6
3.2	Kampen Gamla.....	6
4	Kommunikation	7
4.1	SPA-Bus	7
4.2	IEC 61850	7
5	Mjukvara.....	11
5.1	Övervakningsprogram	11
5.1.1	SCADA	11
5.2	Vampset	12
6	Hårdvara.....	13
6.1	Skyddsreläer	13
6.1.1	VAMP 255.....	14
6.1.2	VAMP 50.....	14
6.1.3	SACO 64D4	15
6.1.4	SPAU 341 C1.....	15
6.1.5	SPAC 531 C1.....	16
6.2	Remote Terminal Units	16
6.3	Sverker 760	17
7	Utförande.....	18
7.1	Planering.....	18
7.2	Ringmatningar.....	19
7.3	Spara parametrar	19
7.4	Reläkonfigurering	20
7.4.1	Skyddsinställningar	20
7.4.2	IEC 61850 konfigurering	22
7.5	Testning av skyddsreläer	25

8	Resultat	27
9	Diskussion	27
10	Källförteckning	29

Bilaga 1 Testprotokoll

Bilaga 2 Ritning över kommunikation efter arbetet

Bilaga 3 Ritning över kommunikation före arbetet

1 Inledning

Jag valde att utföra mitt examensarbete åt Nykarleby Kraftverk Ab eftersom jag tidigare har jobbat där och Nykarleby Kraftverk har ett arbete som skall utföras som är inom mitt utbildningsområde. Arbetet går ut på att uppdatera reläkommunikationen i en elstation från det tidigare kommunikationsprotokollet SPA-Bus till IEC 61850.

Examensarbetet är ett beställningsarbete av det lokala elbolaget i Nykarleby, Nykarleby Kraftverk Ab. Nykarleby Kraftverk är ett kommunalägt aktiebolag, som producerar el-, värme-, vatten- och avloppstjänster till hushåll och företag inom Nykarleby kommun. En liten del av tjänsterna ges till kunder utanför Nykarleby kommun, exempelvis till Sundby och Karby i Pedersöre.

År 1900 installerades Nykarlebys första elektriska dynamo i stadskvarnen. Staden övertog elproduktionen år 1918 och i september 1926 inledde Nykarleby kraftverk sin kommersiella verksamhet då vattenkraftverket i centrum av Nykarleby togs i drift. År 1957 förstörades kraftverket med att ett andra turbinaggregat byggdes och effekten ökades till 500 kW. Distributionsområdet omfattade i slutet av 1960-talet hela det närliggande kustområdet, från Oravais i söder till Karleby i norr. En utbyggnad av vattenkraftverket är aktuellt och planen är att ta detta i bruk hösten 2018.

Nykarleby Kraftverk har ca 4600 kunder och har ett elnät som är över 800 km långt, varav 300 km är 20 kV högspänningslinjer och 500 km är 400 V lågspänningslinjer. I nätet finns 300 st 20/0,4 kV transformatorer. Energin fås från 4 st 110 kV elstationer som är kopplade till stamnätet. Dessa finns i centrum av Nykarleby, i Munsala och i Jeppo. Dessutom fås energi från det egna vattenkraftverket i Nykarleby centrum. Den totala distributionen är ca 110 GWh/år, varav ca 15-20 % kommer från vattenkraftverket i stadens centrum.

1.1 Syfte

Syftet med detta examensarbete var att byta ut kommunikationsprotokollet från det tidigare kommunikationsprotokollet SPA till IEC 61850. För att förverkliga detta måste skyddsreläerna monteras ner och skickas till VAMP Ltd för att få nya kommunikationskort installerade.

Med direkt förbindelse till reläerna fås mera information från reläerna, t.ex. feltyp och direkta mätningar. Detta innebär också att man i framtiden kan utföra konfigurering, manövrering, ta ut parametrar och ha full kontroll över allt från driftscentralen utan att behöva åka ut till elstationen för att koppla in datorn. Reläerna får även uppdaterad programvara och blir periodbesiktade i samband med testning. Reläerna i elstationen Kampen Gamla kan återanvändas vid eventuellt bygge av ett nytt ställverk. Man kommer även bort från det tidigare systemet, där kommunikationen gick via Netcontroll. Nu går kommunikationen direkt in till övervakningsprogrammet MicroSCADA.

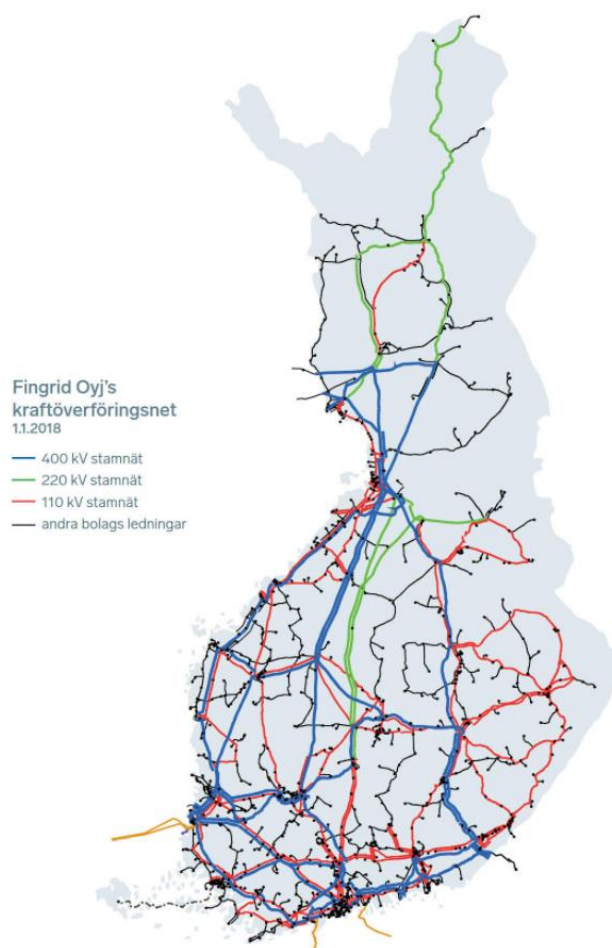
Ett annat syfte med detta examensarbete var även att utöka respondentens kunskap inom området.

2 Elnätet i Finland

Elsystemet i Finland utgörs av kraftverk, stamnät, regionnät, distributionsnät samt elkonsumenter. Stamnätet i Finland hör till en del av det samnordiska synkrona systemet som består av elnät i Finland, Sverige, Norge och östra Danmark. Det finns även flera likströmsförbindelser till andra länder från det nordiska nätet. Några av orsakerna till att man använder sig av likströmsförbindelser är att man kan ansluta sig med system som har olika frekvenser på ett enkelt sätt. Det är också mindre förluster i likströmsnät än i växelströmsnät och det är billigare att bygga likströmsnät. [1][2]

2.1 Stamnätet

Fingrid Abp är ett publikt aktiebolag som ansvarar för stamnätets övervakning, planering av drift, underhåll, byggande samt utveckling av nätet. Bolaget ägs till 53,17 % av staten, 19,88 % av ÖP Ilmarinen och 26,95 % av andra institutionella investerare. Stamnätet har en spänning på 110, 220 eller 400 kV och består av ca 14 000 kilometer kraftledningar samt nästan 120 elstationer. Stora kraftverk, fabriker, och det regionala distributionsnätet är anslutna till stamnätet. [2]



Figur 1. Stamnätet i Finland (Fingrid, 2017).

2.2 Regionnät och distributionsnät

Regionnäten förbinder stamnätet med distributionsnätet och överför el regionalt, vanligen med en eller flera 110 kV ledningar. Distributionsnätets uppgift är att överföra och fördela elkraften från regionnätet. Distributionsnätets spänningsnivå är på 0,4 till 100 kV. Kraftverk som producerar el kan ansluta sig till alla tre nät, beroende på vilken situationen är. [2]

2.3 Ringmatning

Ringmatning innebär att man matar från flera linjer samtidigt. Ringmatning är vanligt vid kritiska nät och tillämpas för att undvika långvariga avbrott. Vid fel på en linje så kan man isolera felet genom att öppna de franskiljare som är närmast och använda sig av en annan linje för att fortsätta eldistributionen till konsumenterna. Nästan hela Finlands stamnät är uppbyggt av ringmatningar. [3]

2.4 Elstationer

Elstationer fungerar som knutpunkter i elnätet där kraftledningar som har olika spänningar möts. Till elstationers uppgifter hör bland annat att omvandla, fördela och koncentrera elöverföringen. Elstationers uppbyggnad och utseende kan variera och spänningen kan variera mellan 0.4 till 400 kV. Elstationer kan ha transformatorer som transformerar upp eller ner spänningen för att passa olika nät. Några grundkomponenter i en elstation är frångiljare, brytare, spänningstransformatorer och strömtransformatorer. [4]

2.4.1 Brytare

Brytarens uppgift är att vid högspänning kunna bryta uppkommande strömmar och släcka ljusbågar som uppstår vid brytningsögonblicket. En brytare måste klara kontinuerlig drift med märkström och brytning av maximal kortslutningsström. Brytare manövreras med hjälp av mekaniska fjädrar, dessa kan vara motordrivna men måste gå att manövrera för hand. De brytare som installeras vid en nyinstallation är SF6-brytare och vakuumbrytare. SF6-brytare släcker ljusbågen med svavelhexafluorid gas (SF6). Vakuumbrytare används vid spänningar upp till 36 kV och i sådana fall där kopplingsfrekvensen är hög, i övriga fall används SF6-gas. [5]



Figur 2. SF6 brytare.

2.4.2 Frånskiljare

Frånskiljare används för att frånskilja spänningsförande delar från ställen där t.ex. underhållsarbete utförs. Den simplaste formen av frånskiljare består, per fas, av endast en balk med två isolatorer förbundna med en rörlig kniv. Frånskiljare är inte konstruerade för att bryta stora strömmar. Vid lägre spänningar används lastfrånskiljare. De är en korsning mellan frånskiljare och brytare. Frånskiljare ligger före brytaren i normala fall om man ser från matarsidan. Frånskiljare placeras vid matning från ett håll före brytaren, sett från den matande sidan. Vid matning från båda hållen placeras frånskiljare på båda sidorna om brytaren.

Frånskiljarna manövreras oftast för hand vid lägre spänningar och i mindre anläggningar. Vid högre spänningar och i större anläggningar används motordrivna manöverdon för att manövrera frånskiljarna, men det måste alltid finnas möjlighet för manuell manövrering. Vanligen blockeras frånskiljaren så att manövrering inte är möjligt utan att den tillhörande brytaren är öppen. Vid spänningar på 12 och 24 kV används vanligen utdragbara brytare, som också fungerar som frånskiljare då brytaren dras ut. [6]



Figur 3. Frånskiljare.

3 Kampen

Stationsfältet där examensarbetets praktiska del har blivit utfört heter Kampen. På Kampen finns det två elstationer, Kampen Gamla och Kampen Nya. Elstationerna matas från två skilda transformatorer som är inkopplade på stamnätet som har en spänningsnivå på 110 kV.

3.1 Kampen Nya

Kampen Nya byggdes år 2012 och består av fränkiljare, brytare, transformator och en liten byggnad. Transformatorn transformerar ner spänningen från 110 kV till 20 kV. Transformatorn är märkt $117\pm 9 \times 1,67\%$ /21kV och 16 MVA. Ställverket i elstationen är av modellen VEKE 24 och har vakuumbrytare. I stationen finns ett skåp, OT1 (OhjausTaulu), som innehåller larmcentral och styrning för jordfelskompensering. Larmcentralen är en SACO 64D4 och styrningen till jordfelskompenseringen är en TRENCH EFC 50 (Se kapitel 6.1.3 och kapitel 6.1.4). Det finns även ett till skåp, OT2, där finns ett Vamp 255 skyddsrelä, ett Vamp 50 skyddsrelä som fungerar som reservskydd, ett Vamp 211 skyddsrelä för ljusbågsskydd och en SPAU341-C1 (Se kapitel 6.1.5) för spänningsreglering. Alla reläer i OT2 skyddar och styr 110 kV. I stationen finns även en likspänningscentral som matar alla skyddsreläer och annan utrustning som använder 110 V DC.

I Kampen Nya finns det nio fack. Det finns sex stycken utgående fack: Kraftverk, Prevex, Kampen Gamla, Munsala, Industri och fabriksgatan. Kraftverk-linjen går in till kraftverket i centrum, Prevex matar den närliggande fabriken Prevex, Kampen Gamla går mellan de båda stationerna, Munsala går till Munsala, industri-linjen matar den närliggande industrin och fabriksgatan matar fabriksgatan. Det finns även ett fack för släckspole, ett för mätning och ett för matning. Alla fack har Vamp 255 skyddsreläer, men matningsfacket har även ett Vamp 50 skyddsrelä som reservskydd (Se kapitel 6.1.1 och kapitel 6.1.2).

3.2 Kampen Gamla

Kampen Gamla byggdes år 1973 och består av fränkiljare, brytare, transformator och en liten byggnad. Transformatorn transformerar ner spänningen från 110 kV till 20 kV. I Kampen Gamla finns också en likadan likspänningcentral som i Kampen Nya och den har samma uppgift.

I Kampen Gamla finns det sju fack. Ett fack för kondensator, ett för matning, fyra utgående fack och ett fack som inte är i användning. De fyra utgående facken heter: Kampen Nya, Katternö-Kovjoki, Jeppo och Socklot. Kampen Nya går mellan de båda stationerna, Katternö-Kovjoki går till Kovjoki, Jeppo går till Jeppo och Socklot går till Socklot. Samtliga använda fack har Vamp 255 reläer men matningsfacket har även ett Vamp 50 skyddsrelä som reservskydd.

4 Kommunikation

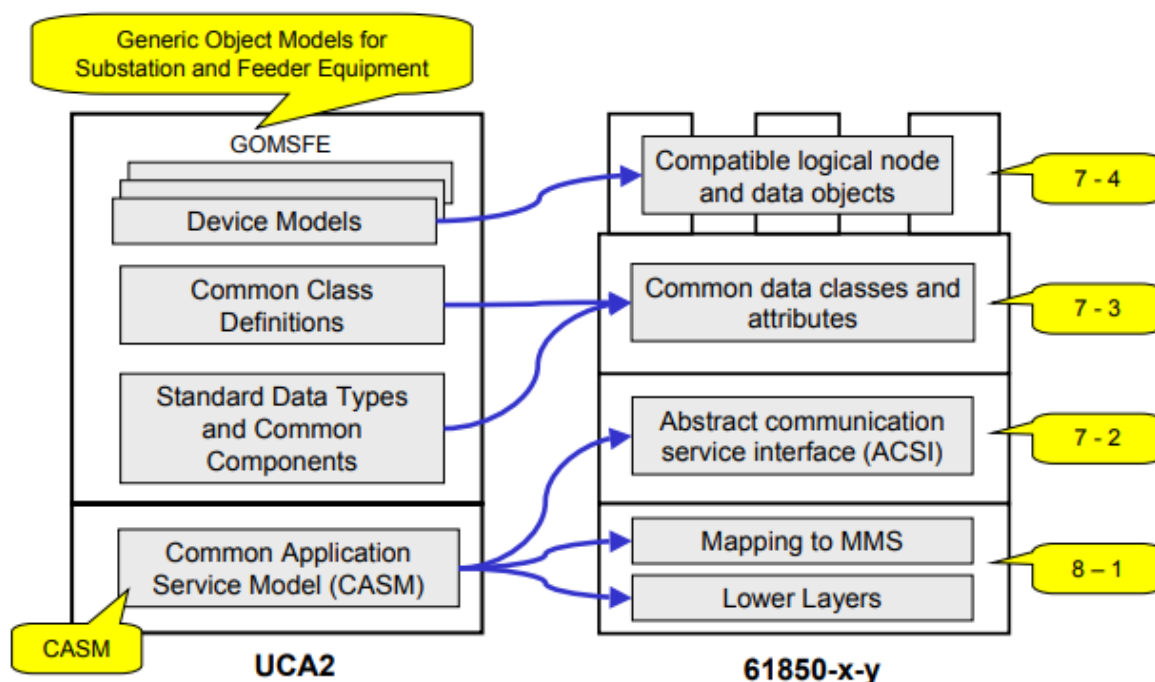
I det här kapitlet presenteras de kommunikationsprotokoll som arbetet omfattar vilket är SPA-Bus och IEC 61850.

4.1 SPA-Bus

SPA-Bus är ett fältbussprotokoll som används för distribueringsskydd, kontroll och händelse rapportering. Detta protokoll kan användas för kommunikation mellan flera underenheter, t.ex skyddsrelä, styrenheter och alarmeringsenheter, och en huvudenhet. SPA-Bus använder asynkron seriekommunikation och dataöverföringshastigheten är 9600 bitar per sekund. De meddelanden som sänds i bussen består av ASCII-tecken. [7]

4.2 IEC 61850

År 1996 började Technical Committee 57 inom organisationen IEC arbeta med att definiera en ny standard för kommunikationen och säkerheten vid ställverk. Denna standard var IEC 61850. Två år tidigare, år 1994, hade Electrical Power Research Institute påbörjat arbetet med att uppdatera sin befintliga standard, Utility Communications Architecture (UCA) till en modernare version som var bättre anpassad för dåtidens moderna teknologi. Denna standard fick namnet UCA 2.0 . År 1997 gick Technical Committee 57 och Electrical Power Research Institute med på att påbörja ett samarbete för att utveckla och definiera en gemensam internationell standard, som kombinerar de båda gruppernas tidigare arbete. Resultatet av detta gemensamma arbete är standarden IEC 61850 så som den är definierad idag. IEC 61850 är en förbättring av UCA 2.0, dvs den består av nästan samma funktioner som UCA 2.0, men har även ytterligare egenskaper utöver de som UCA 2.0 består av. [22]



Figur 22. Implementation av UCA 2.0 till IEC 61850.

Bilden ovan illustrerar hur UCA 2.0 har blivit implementerat i IEC 61850. IEC 61850 definierar följande tre saker:

- Vilken data som är tillgänglig och hur den datan är namngiven samt vilken beskrivning datan har.
- Hur denna data kan nås och utbytas.
- Hur enheter kan anslutas till kommunikationsnätverk.

IEC 61850 är en internationell standard som används för datakommunikation i elnät och vid modellering av stationer. Den är optimerad för effektiv och pålitlig överföring av processdata och kommandon i och mellan intelligenta elektroniska enheter. Den har även skapats för att kommunikationen mellan enheter ska kunna skickas över samma fysiska medium och för att man skall kunna använda sig av samma protokoll. Innan standardiseringen skapades nya protokoll för att kommunicera mellan enheter av olika tillverkare. Dessa protokoll uppdaterades ständigt för varje ny produktversion och enhet. Genom att använda IEC 61850, kommunicerar alla enheter på samma språk över samma kanal.

Standarden kommunicerar över ett ethernet-nätverk. Detta innebär att datapaketerna i teorin aldrig kan kollidera fastän man använder sig av reläer från olika tillverkare. Eftersom all kommunikation går via likadana kablar så för snabbas även arbetet som går åt att dra kablarna. Med standardiserad namngivning av funktioner blir installationstiden och konfigurationstiden kortare. [8][9]

I IEC 61850 finns totalt 13 olika grupper för data. Avsikten är att all data kan tilldelas en av dessa grupper. Samtliga av dessa grupper är i sin tur uppdelade i logiska noder (logical nodes) och det finns 86 olika typer av logiska noder definierade. Var och en av dessa noder består av data som har en viss applikationsspecifik betydelse och är avsedda att ge separata underkategorier av data.

Logical Group	Name	Number of Logical Nodes
L	System LN	2
P	Protection	28
R	Protection related	10
C	Control	5
G	Generic	3
I	Interfacing and archiving	4
A	Automatic control	4
M	Metering and measurement	8
S	Sensor and monitoring	4
X	Switchgear	2
T	Instrument transformers	2
Y	Power transformers	4
Z	Further power system equipment	15

Figur 4. IEC 61850 klasse för logiska noder.

För att spara reläets konfiguration, används filtypen SCL (Substation Configuration Language). SCL filen täcker all kommunikation enligt IEC 61850. Det finns följande 4 typer av SCL-filer:

- SSD (Substation Specification Description): Dessa inkluderar primär utrustning och topologi samt dess bindning till grundläggande funktioner.

- ICD (IED Capability Description): Dessa inkluderar information om de funktionella möjligheterna för en IED (Intelligent Electronic Device = Intelligent Elektronisk enhet).
- SCD (Substation Configuration Description): Dessa inkluderar de konfigurerade datamodellerna och kommunikationsinställningar för alla IED, information om subnätverk och trädstruktur.
- CID (Configured IED Description): Dessa filer är IED-specifika och innehåller all relevant information om en IED. [10]

Utbyte av kopparledningar mot Ethernet/fiberkablar betyder att man inte längre behöver anända sig av binära ingångar och utgångar för kontroll och skyddsfunktioner. Den traditionella metoden att lösa ut en brytare via en kontakt kan nu ersättas genom att skicka meddelanden med GOOSE (Generic Object Oriented Substation Events) via Ethernet eller fiberoptiska kablar. Fördelarna med IEC 61850 inkluderar följande:

- Är inte beroende av flera olika protokoll.
- Hög grad av integrering.
- Minskade byggnadskostnader genom att eliminera de flesta kopparledningar.
- Flexibla programmerbara skyddsscheman.
- Kommunikationsnät istället för inbyggda anslutningar.
- Avancerad hanteringskapacitet.
- Höghastighets, peer-to-peer kommunikation.
- Förbättrad säkerhet.
- Minskad byggnads och idriftstagningstid.

[10]

5 Mjukvara

I det här kapitlet presenteras den mjukvara som används under arbetet, vilket är övervakningsprogrammet SCADA och konfigurationsverktyget Vampset.

5.1 Övervakningsprogram

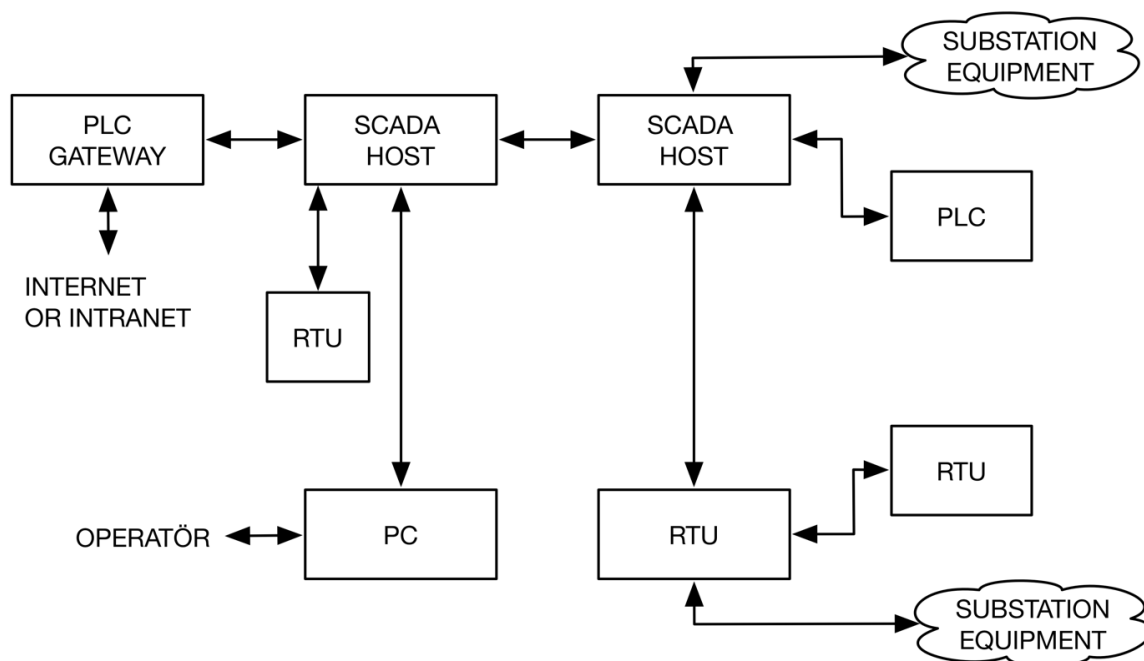
Övervakningsprogrammets uppgift är att tillsammans med stations- och kommunikationsutrustningen utföra tre huvudfunktioner:

- Att samla in och överföra relevant data till centralen, så som mätvärden, alarm och indikeringar från de anslutna stationerna samt överföra kommandon till de anslutna stationerna.
- Att upprätta en komplett databas över systemet som är korrekt och i realtid.
- Att göra en processbild av all data så att operatören enkelt kan uppfatta och manövrera från kontrollrummet. [11]

5.1.1 SCADA

SCADA (Supersystem Control and Data Acquisition) är ett system som sköter om händelser, alarm hantering och övervakning. Det består av en processdatabas, en dator med ett grafiskt användargränssnitt och en programvara. Datorn hämtar information från databasen och illustrerar den i form av ett linjediagram, olika displayer och rapporter. Till SCADA-systemets allmänna uppgifter hör:

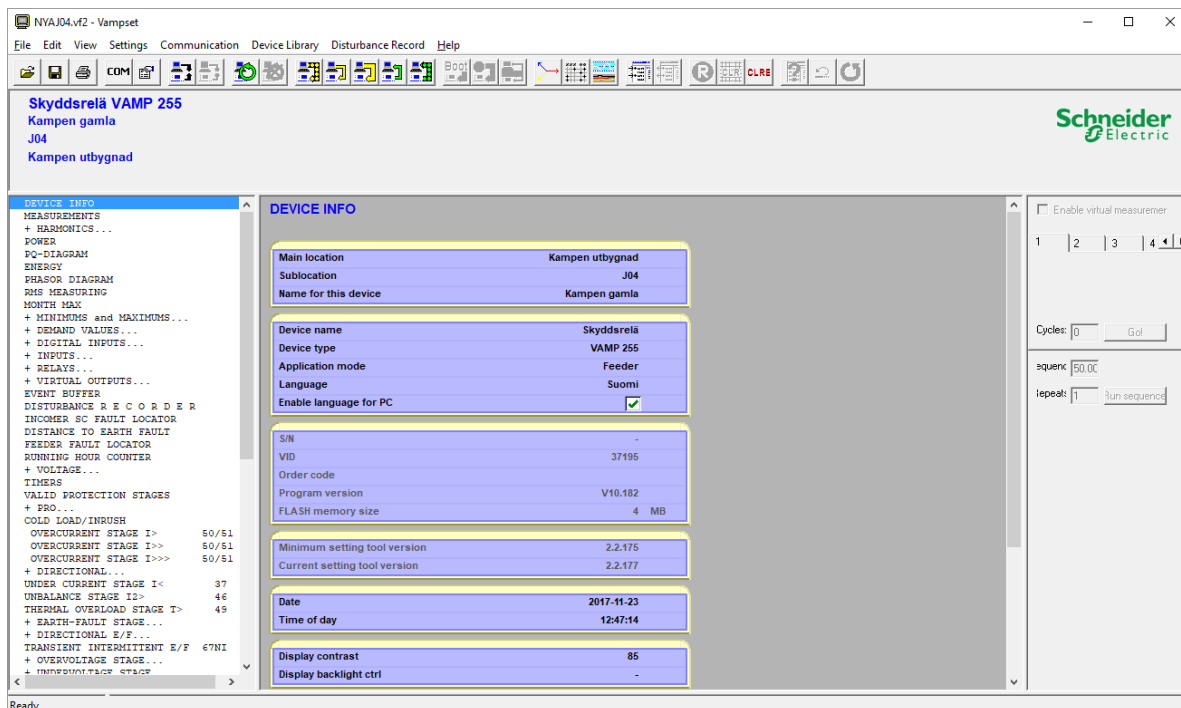
- Datainsamling från olika system samt senare process av data för framtida användning.
- Bestämmande av status baserat på insamlade data från ställverket.
- Kontrollering av överföringsutrustningen och alarmer som meddelar operatören då onormal händelse sker.
- Händelse och dataloggning för att spara alla interaktioner mellan systemet och operatören.
- Användargränssnitt som förser operatören med information och styrmöjligheter.
- Spänningskontroll för att automatiskt kontrollera spänningen på vilken som helst punkt i systemet. [12]



Figur 5. SCADA arkitektur.

5.2 Vampset

Vampset är ett konfigurationsverktyg för Schneider Electric's Vamp produkter. Programmet har ett användarvänligt grafiskt gränssnitt för konfigurering av skyddsreläer. Programmet innehåller även verktyg för analysering av sparad data från reläerna. Sedan version 1.0 av Vampset har det varit möjligt att läsa och utvärdera alla strömningsinpelningar som utförs av skyddsrelä. Vampset ansluts till ett relä i taget, antingen via seriekabel eller ethernetkabel. Alla reläets inställningar och all data som reläet har sparad finns i en överskådlig lista av kategorier på vänster sida av användargränssnittet. Vampset är kompatibelt med samtliga av Vamps skyddsreläer, övervakningsprogram.



Figur 6. Vampset.

Alla reläkonfigurationer sparas som ett dokument i formatet .vf2. Programmet kräver en PC med Windows installerat och är gratis att ladda ner från Schneider Electrics hemsida. [21]

6 Hårdvara

I det här kapitlet presenteras den hårdvara som används i arbetet, vilka är olika typer av skyddsreläer, RTU (Remote Terminal Unit) och testutrustning.

6.1 Skyddsreläer

Ställverk, kablar, transformatorer och annan elektrisk utrustning behöver skyddsreläer för att skydda dem under fel. Skyddsreläer är komponenter som detekterar, lokaliserar och initierar avlägsning av den del av kretsen där felet är, på så kort tid som möjligt. De fungerar med hjälp av de mätresultat som spänningstransformatorerna och strömtransformatorerna får in. De första skyddsreläerna var uppbyggda av enkla elektromagnetiska komponenter, och hade endast enkla skyddsfunktioner, t.ex överströmsskydd och överspänningsskydd. [13]

6.1.1 VAMP 255

Vamp 255 är ett matarskyddsrelä i Schneider Electric's VAMP 200-serie. Reläet kan mäta bl.a fasströmmar och fasspänningar, linjeströmmar och linjespänningar, frekvens, reaktiv- och aktiv effekt samt effektfaktor. Reläet stöder maximalt tjugo digitala ingångar och nio digitala utgångar. Ljusbågsskydd är valbart. På framsidan finns åtta stycken LED indikatorer, dessa LED indikatorer är: Power, Error, Com, Alarm, Trip, A-C. Power indikerar att matningsspänningen till reläet är påkopplad. Error indikerar om det uppstår något fel. Com indikerar om någon dator kommunicerar med reläet via någon av kommunikationsutgångarna. Alarm indikerar om något skydd larmar. Trip indikerar om något skydd har löst ut. A-C är 3 stycken applikationsrelaterade LED indikatorer. Dessa tre LED indikatorer kan man fritt programmera beroende på vad man behöver använda dem till. Skyddsreläet kan styras på tre olika sätt, antingen lokalt med tryckknapparna på framsidan av reläet eller lokalt med dator som är ansluten till serieporten på framsidan eller fjärrstyrt via kommunikationsporten bakpå reläet. Beroende på vilket kommunikationsprotokoll och vilka kablar man använder, så går det att välja vilket kommunikationskort man vill ha när man beställer reläet. I det här arbetet används kommunikationskort med RJ-45 port. Vamp 255 kan kommunicera med följande protokoll: IEC 60870-5-103, Modbus TCP, Modbus RTU, Profibus DP, TCP/IP, SPA-bus och IEC 61850. [14]



Figur 7. Vamp 255.

6.1.2 VAMP 50

Vamp 50 är ett reläskydd som främst används för strömmätningar, överströmsskydd och jordfelsskydd. Reläskyddet har tolv stycken LED indikatorer, Power, Error, A-H, F1 och F2. Power och Error indikatorerna har samma funktion som på Vamp 255. A-H är åtta stycken applikationsrelaterade indikatorer som är fritt programmerbara till vad man behöver använda dem till. F1 och F2 är fritt programmerbara funktioner. Kommunikationskort väljs enligt samma procedur som för Vamp 255. Reläskyddet kan även utrustas med ljusbågssensor för

ljusbågsskydd. Reläet kan även utrustas med moduler för utökning av antalet digitala input och output kanaler och har ett antal adaptrar för kommunikation. Vamp 50 kommunicerar med följande protokoll: Modbus Rtu, ModbusTCP, Profibus DP, IEC 60870-5-103, IEC 60870-5-101, IEC 61850. SPA-Bus, Ethernet/IP och DNP 3.0. [15]



Figur 8. Vamp 255.

6.1.3 SACO 64D4

SACO 64D4 är en larmenhet som är uppbyggd av fyra stycken 16-kanaliga larmmoduler av typen SACO 16D2. Enheten har 64 ingångar för larm och det finns även ingångar för: återställning av akustiskt larm, kvittering av larm, återställning av larmkanaler och provning. Kanalerna 63 och 64 kan användas som ingångar för LOKAL- och FJÄRR funktioner. Enheten innehåller 16 stycken utgångsreläer som är programmerbara grupplarm. Av dessa utgångsreläer så kan 15 och 16 användas för internfelövervakning och för akustiskt larm. I ett distribuerat system används moduler av typ SPA-ZC för att ansluta till SPA-bussen. [16]

I den här elstationen används SACO 64D4 som alarmcentral för olika saker som inte direkt hör till eldistributionen, t.ex. om en dörr är öppen eller en automatsäkring har blivit utlöst. Larmen kvitteras genom att man trycker på knappen "RESET".

6.1.4 SPAU 341 C1

SPAU 341 C1 är en spänningsregulator som är avsedd att användas för reglering av spänningen hos krafttransformatorer med lindningsomkopplare i distributionsstationer. Dess uppgift är att hålla sekundärspänningen i krafttransformatorn på en stabil nivå. Regleringen

baseras på referensspänningen, som användaren själv får ställa in. Genom att ändra på olika kompenseringsfaktorer så beräknar regulatormodulen ut styrspänningen utgående från den förinställda referensspänningen. Då motsvarar styrspänningen krafttransformatorns sekundärspänning som spänningsregulatorn skall upprätthålla. Den uppmätta spänningen jämförs med styrspänningen och skillnaden utgör regleringsavvikelsen. [17]

I det här arbetet används SPAU 341 C1 för reglering av lindningsomkopplarna för de båda transformatorerna.

6.1.5 SPAC 531 C1

SPAC 541 C1 är en ledningscentral som är en kombinerad objektsorienterad skydds-, kontroll-, mät-, blockerings- och datakommunikationsenhet för distributionsstationer. Förutom skydds-, kontroll- och mätfunktionerna innehåller den en ledningsterminal för de datakommunikationsfunktioner som krävs för datainsamling och rapportering. Ledningsterminalen används som ett selektivt kortslutnings- och jordfelsskydd i distributionsnät med isolerad eller spoljordad nollpunkt. Kontrollmodulen SPTO6D3 kan indikera läget för max sju brytare och/eller frånskiljare med lysdioder på den lokala panelen. Kontrollmodulen tillåter fjärrmanövrering från driftcentralen eller lokal manövrering via tryckknappar på frontpanelen. Den innehåller också en återkopplingsautomatik för en utgående linje som tillåter upp till fem snabbåterinkopplingar och/eller fördröjda återinkopplingar. Alla spänningar och strömmar som mäts och registreras kan presenteras lokalt eller avläsas från driftcentralen. [18]

I det här arbetet används SPAC 531 C1 som reservskydd.

6.2 Remote Terminal Units

RTU är en komponent som är gjord för att sända och ta emot data från fysiska skydd och kontrollenheter och sedan leverera data till en dator i driftcentralen. En RTU kan ha Input/output noder för mätning och sändning av analoga och digitala signaler, till exempel 4-20 mA eller 0-10 V, som idag är vanliga analoga signalområden. Denna analoga data tolkas och kodas till digital data som sedan skickas till övervakningsutrustningen. En modern RTU kan ha ett helt integrerat HMI som kan nås via nätverket som RTU:n är ansluten till.

Programvaran som behövs för att ansluta till en RTU är oftast bara en vanlig webbläsare. [19]



Figur 9. RTU 540CMD01.

6.3 Sverker 760

Sverker 760 är en testenheter för skyddsreläer. Den är främst avsedd för testning av reläskydd men kan även användas till att testa annan apparatur. Nästan alla enfass reläskydd som inte kräver variabel frekvens kan testas. Man kan även testa trefas reläskydd som kan testas fas för fas.

Det finns tre inbyggda strömutfångare på Sverker 760 som kan ge ut strömmar på 0-10 A, 0-40 A, 0-100 A. Det finns även fyra inbyggda spänningskällor där man kan ta ut spänningar på 0-250 V AC, 0-120 V AC, 0-300 V DC, 20-220 V DC. Sverker 760 är utrustad med tidtagningssenheter, amperemätare och voltmätare, och de här instrumenten kan användas för få ut resistans, impedans, fasvinkel, effekt och effektfaktor samt utlösningstider. [20]



Figur 10. Sverker 760.

7 Utförande

Uppgiften för examensarbetet var att byta ut det tidigare kommunikationsprotokollet, SPA-Bus, till IEC 61850 för 17 st Vamp 255 reläer och 2 st Vamp 50 reläer. Utförandet behandlar planering av arbetet, reläkonfigureringar och slutligen testning av skyddsreläerna.

7.1 Planering

Arbetet påbörjades med planering av hur arbetet skulle förverkligas. För att ta reda på om reläerna i fråga var kompatibla med IEC 61850, togs kontakt med reläernas tillverkare, Vamp. Vamp meddelade att reläerna i dåvarande skick inte var kompatibla med IEC 61850, utan kommunikationskortet i reläerna måste bytas ut. För att detta skulle gå måste reläerna skickas in till Vamp där de utför byte av kommunikationskort. Vid Vamp uppdaterades programvaran i samtliga reläer på samma gång.

Efter diskussion med Vamp togs det kontakt med automationsföretaget Apex, som hade gjort ett liknande arbete åt Nykarleby Kraftverk i en annan elstation, för att få förslag på hur kommunikationen till SCADA kunde förverkligas. Resultatet blev att SACO, SPAU och SPAC reläerna, som är för gamla för att använda IEC 61850, skulle fortsätta kommunicera med SPA och TRENCH skulle kommunicera med IEC 60870-5-104. Två stycken RTU, som monteras på DIN-skena, placerades ut en i vardera byggnad samt en switch i vardera byggnad. Eftersom att alla Vamp och TRENCH relän skulle anslutas till switchar, kunde mindre RTU användas. Det blev RTU av modellen RTU560CMD01 från ABB. Mellan elstationen och driftscentralen i Nykarleby går en nergrävd fiberkabel. För att kunna ansluta till den fiberkabeln behövdes en mediaomvandlare som går från fiber till ethernet. Till den anslöts en switch från Katternö så att de kan ha en överblick över elnätet i Nykarleby från driftscentralen i Jakobstad. Efter att det var bestämt vilken utrustning som skulle användas, beställdes skåp av lämplig storlek där alla switchar kunde placeras. Sedan togs kontakt med AEXS, Ainonen Expert Services Oy, och en offert begärdes för testning av samtliga Vamps reläer.

När alla offerter hade fåtts och all utrustning som behövdes hade blivit vald, presenterades arbetet för Nykarleby Kraftverk Ab. Nykarleby Kraftverk gav grönt ljus för arbetet och alla berörda parter meddelades och utrustningen till arbetet beställdes.

Kabeldragningen planerades och påbörjades och ett stjärnformat Ethernet-nätverk byggdes upp i båda stationerna. IT-skåpen monterades och alla switchar lades på plats. Sedan monterades de första reläerna ner och skickades iväg till Vamp. Det första reläet som skickades var från Kampen Gamla och satt i facket Kampen Nya.

När reläerna kom tillbaks konfigurerades de för det fack de skulle sättas in i. De flesta reläer placerades inte i samma fack som de tidigare varit i. Efter att reläerna konfigurerats och kommunikationen fungerade, så testades alla reläer. Se bilaga 2 och 3 för ritningar över kommunikationen i de båda elstationerna.

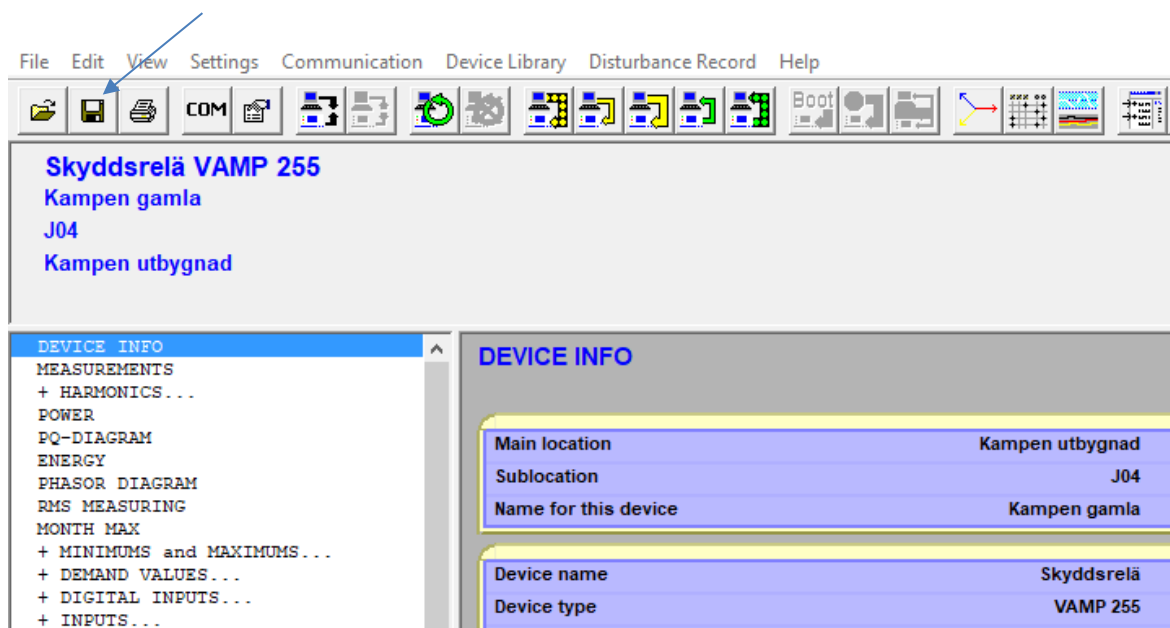
7.2 Ringmatningar

För att kunna ta bort ett skyddsrelä från ett utgående fack, så måste först det bakomliggande nätet ringmatas så att inte någon by blir utan el. Detta utfördes genom att frånskiljare ute i nätet stängdes, så att eldistributionen kom från ett annat håll. När frånskiljaren var stängd och nätet matades från ett annat håll, öppnades brytaren och brytartrucken drogs ut och sedan kopplades reläet bort. Dessa uppgifter måste utföras i olika skeden, eftersom det annars skulle inverka på Nykarlebynejdens eldistribution. Det betyder i praktiken att endast några få reläer i gången kunde tagas ur bruk.

7.3 Spara parametrar

Före reläerna skickas iväg till Vamp så sparas alla inställningar. Detta utförs genom att man ansluter till ett relä med hjälp av Vampset och klickar på "Save" ikonen i verktygsfältet. Sedan väljer man bara var man vill spara inställningarna. Inställningarna måste sparas för att när reläerna får nya kommunikationskort installerade så nollställs reläinställningarna.

Eftersom att samma skyddsinställningar skall användas efter de nya kommunikationskorten blivit insatta, så förenklar det arbetet att spara inställningarna som referens.



Figur 11. Vampset.

7.4 Reläkonfigurering

Vid byte av kommunikationskort så blev alla reläer nollställda, så alla inställningar måste läggas in. Alla skyddsinställningar är samma som tidigare, men eftersom att reläerna nu kommunicerar med IEC 61850 så är alla kommunikationsinställningar nya.

Konfigurering av samtliga skyddsreläer sker via Vampset. Anslutning till skyddsreläerna sker först via serie-porten frampå reläet. Efter anslutning så ställs alla skyddsinställningar in. Alla skyddsinställningar utläses ur den gamla konfigurationen och läggs sedan in manuellt i den nya reläkonfigurationen. Till sist läggs IEC 61850 inställningarna in. Där ställs bland annat reläets IP-adress in. Efter att ändringarna skickats till reläet, är Ethernet-kommunikationen i bruk.

7.4.1 Skyddsinställningar

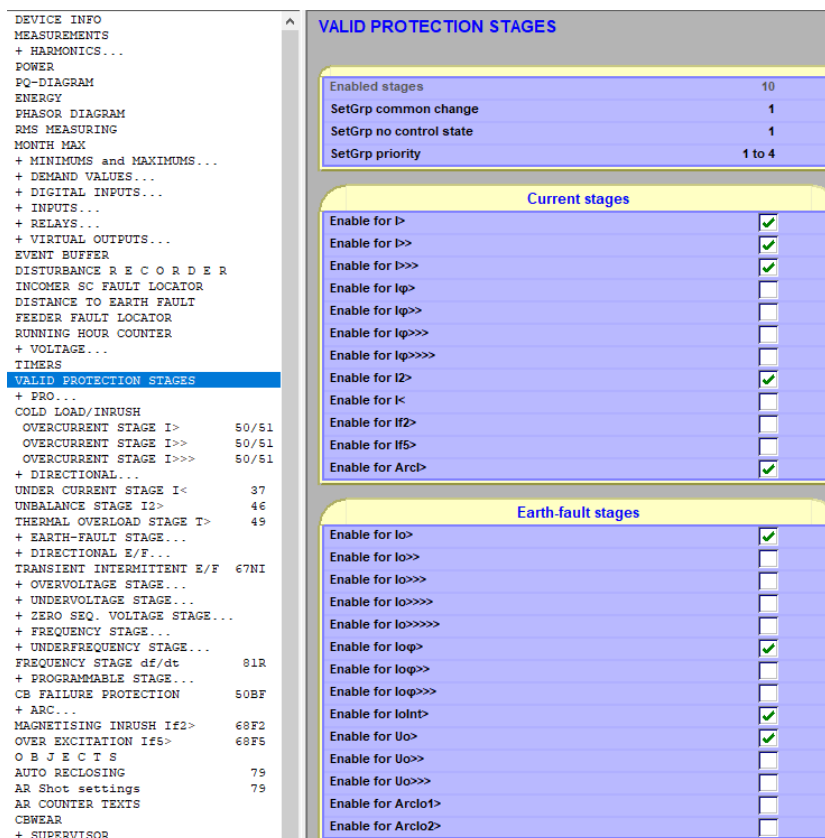
För att aktivera de skydd som skall finnas på reläet så går man under det skydd man vill ha och kryssar i rutan "Enable for..". Alla skydd finns i listan på vänster sida av användargränssnittet. Här är ett exempel på hur ett första stegets överströmsskydd kan se ut via Vampset.

Enable for I>					<input checked="" type="checkbox"/>
Max. of IL1 IL2 IL3					0 A
Status					-
Estimated time to trip					0.0 s
Start counter					0
Trip counter					0
Set group 1 DI control					-
Set group 2 DI control					-
Set group 3 DI control					-
Set group 4 DI control					-
Group					1
	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	
Pick-up setting	440 A	440 A	480 A	480 A	
Pick-up setting	1.10 xIn	1.10 xIn	1.20 xIn	1.20 xIn	
Delay curve family	DT	DT	IEC	IEC	
Delay type	DT	DT	NI	NI	
Operation delay	0.95 s	0.95 s	0.30 s	0.30 s	
Inv. time coefficient k	1.00	1.00	1.00	1.00	
Inverse delay (20x)	- s	- s	2.26 s	2.26 s	
Inverse delay (4x)	- s	- s	4.97 s	4.97 s	
Inverse delay (1x)	- s	- s	600.02 s	600.02 s	

Figur 12. Vampset, överströmsskydd.

”Pick-up setting” är det värde när reläet egentligen reagerar och löser ut, i detta fall är det 1,10 gånger det inställda värdet för strömmen.

Under fliken ”VALID PROTECTION STAGES” får man en överblick över vilka skydd som är aktiverade i reläet. Dessa skyddsfunktioner finns ordnade enligt kategori, Current stages, Earth-fault stages, Voltage stages, Frequency stages och Other functions. Nedan finns en bild på hur systemet ser ut.



Figur 13. Vampset, Valid Protection Stages.

7.4.2 IEC 61850 konfigurerering

Under ”PROTOCOL CONFIGURATION” aktiverar man IEC 61850 i reläet genom att välja ”IEC-61850” som Ethernet port protocol under fliken ”Ethernet Protocol 1”. När ändringarna skickats till reläet är kommunikationsprotokollet IEC 61850 aktiverat i reläet.

Ethernet Protocol 1	
Ethernet port protocol	IEC-61850
IP port for protocol 1	102
Set protocol default IP port	-
Message counter	439
Error counter	0
Timeout counter	0

Figur 14. Vampset, Ethern Protocot 1.

Under samma flik ställs också reläets IP in.

ETHERNET PORT	
MAC address	001AD30137BD
Enable DHCP service	<input type="checkbox"/>
Enable IP verification service	<input type="checkbox"/>
IP Address	10.25.23.105
NetMask	255.255.255.0
Gateway ARP max tryouts	5
Gateway	10.25.23.1
NTP server	10.25.23.50
NTP server (BackUp)	0.0.0.0
IP port for setting tool	23
TCP keepalive interval	0 s
Ethernet packets received	21471
Ethernet packets sent	1395
Eth Port status	100M FD

Figur 15. Vampset, Ethernet Port.

Sedan ställer man in reläets namn under fliken "IEC 61850 main config". Det är viktigt att reläets namn stämmer överens med det namn som finns i RTU:n.

IED Name	NKKNJ04A1
AP Name	S1

Figur 16. Vampset, IED Name.

Under samma flik ställer man in vilket eller vilka dataset som skall vara aktiverade. Här används bara dataset 1. Till datasets tilldelas sedan olika signaler och objekt. Det är vanligt att man delar upp signalerna mellan olika dataset, t.ex alla mätningar till dataset 1 och indikeringar till dataset 2.

LLN0 and LPHD DOs in datasets	
Dataset 1	Yes
Dataset 2	No
Dataset 3	No

17. Vampset, datasets.

Sedan går man till data mapparna. Där väljer man alla signaler man vill ha med och vilket dataset de hör till. För att välja vilka signaler som man skall ha med, klickar man bara i "Yes" för det dataset man vill ha det i och väljer att den skall vara "In use". Här är första, andra och tredje överströmsskyddet aktiverat i dataset 1. Ett

IEC 61850 data map(6)

IEC 61850 data map						
Index	LN	Description	Dataset 1	Dataset 2	Dataset 3	In use
150	Obj6C SWI6	Object 6	No	No	No	No
151	Obj7C SWI7	Object 7	No	No	No	No
152	Obj8C SWI8	Object 8	No	No	No	No
153	OC1PTOC1	I>	Yes	No	No	Yes
154	OC2PTOC2	I>>	Yes	No	No	Yes
155	OC3PTOC3	I>>>	Yes	No	No	Yes
156	OFUF1PTOF1	I><	No	No	No	No
157	OFUF2PTOF2	I><<	No	No	No	No
158	OV1PTOV3	U>	No	No	No	No
159	OV2PTOV4	U>>	No	No	No	No
160	OV3PTOV5	U>>>	No	No	No	No
162	PQSpdMMXU19	P,Q,S,PF demand	No	No	No	No
163	PQSprMMXU18	P,Q,S,PF	No	No	No	No
164	PQSprdMMXU7	P,Q,S RMS demand	No	No	No	No
165	PQSprMMXU6	P,Q,S RMS	No	No	No	No
166	PS1SGGIO29	Programmable stage 1 start	No	No	No	No
167	PS1TGGIO37	Programmable stage 1 trip	No	No	No	No
168	PS2SGGIO30	Programmable stage 2 start	No	No	No	No
169	PS2TGGIO38	Programmable stage 2 trip	No	No	No	No

Figur 18. Vampset, datamap.

De dataset som är i användning sänds sedan till RTU:n som buffered report control blocks, BRCB. Detta innebär att data sparas även om ingen kommunikation pågår. Man väljer att dataset skall sändas som BRCB under fliken "IEC 61850 BRCB configuration". Det rekommenderas att man använder sig av BRCB för kommunikation med RTU:er. Här är det också viktigt att "Report ID" är samma i både RTU och skyddsrelä, för att kommunikationen mellan dessa skall fungera.

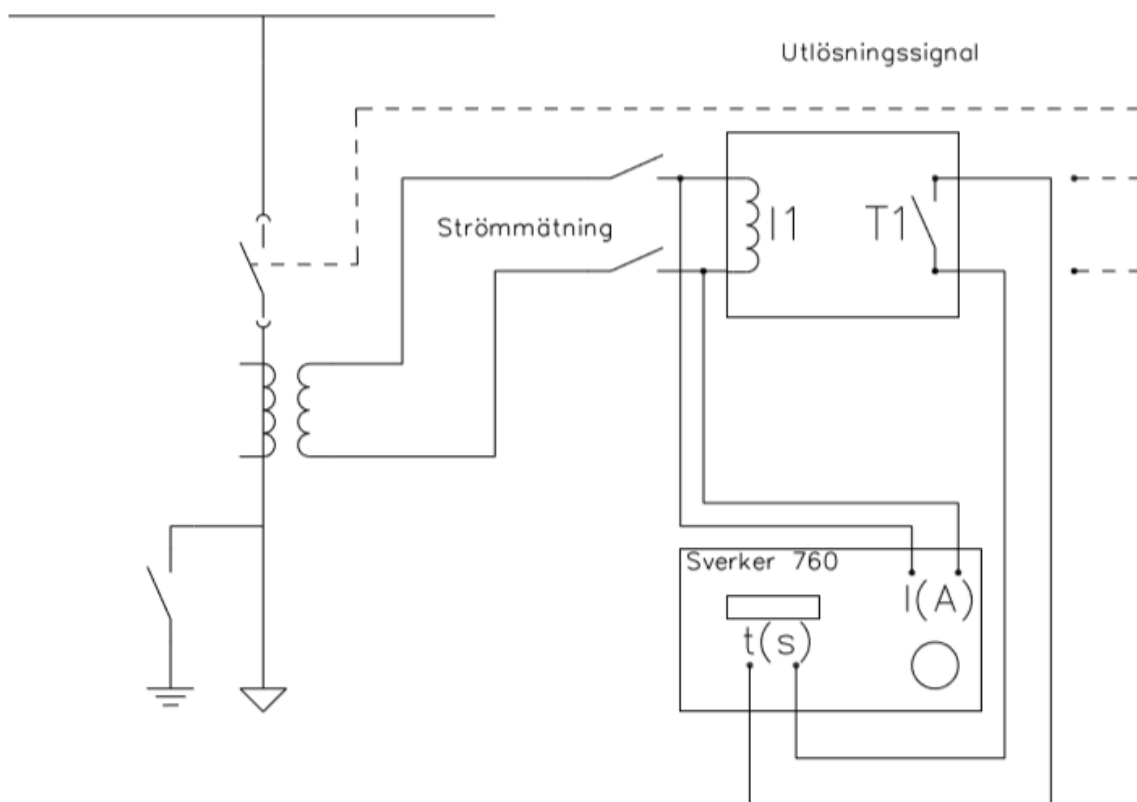
BRCB 1	
Dataset	DS1
Name of selected Dataset	LLN0.DS1
Configuration Revision	1
Report ID	NKKNJ04A1Relay/LLN0\$BR\$brcbEV101
Integrity Period	0 ms
Buffering Time	1000 ms
Triggering Options	
- Data Change	Yes
- Quality Change	Yes
- Data Update	Yes
- Integrity	Yes
- General Interrogation	Yes
Optional Fields	
- Sequence Number	Yes
- Report Time Stamp	Yes
- Reason For Inclusion	Yes
- Dataset Name	Yes
- Data Reference	Yes
- Buffer Overflow	Yes
- Entry ID	Yes
- Configuration Revision	Yes
Lost reports count	0

Figur 19. Vampset, BRCB.

7.5 Testning av skyddsreläer

Det här kapitlet behandlar den del av arbetet där skyddsreläerna testades. När reläerna var på plats och alla inställningar i relä, RTU och SCADA var färdiga, så var det dags att testa reläerna. Testningen utfördes med en Sverker 760 och under testningen kontrollerades även att det kom felrapportering från SCADA. Under testningen kontrolleras att alla skydd löser ut inom utsatta tider och inom gränserna för inställda värden.

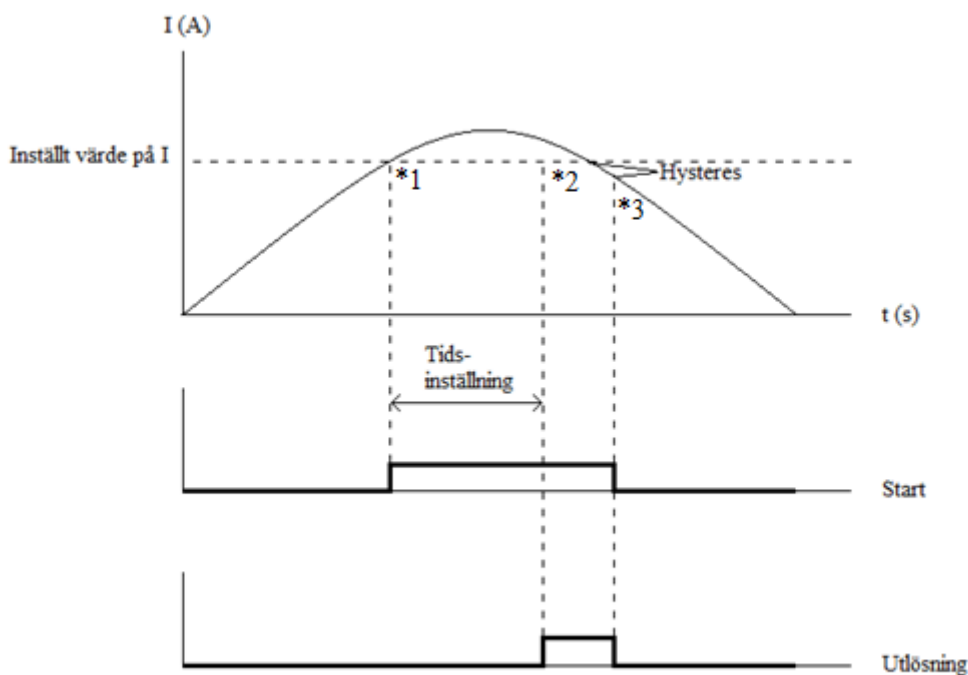
I figuren nedan förklaras hur Sverker 760 ansluts till reläet. Strömutgångarna på Sverker ansluts till reläets strömmätningssingångar och reläets utlösningssignal ansluts till Sverkens tidtagningseenhet. Före anslutningen av testutrustningen så öppnas radplintarna till strömmätningen och till utlösningsskretsen.



Figur 20. Anslutningschema för testutrustning.

I grafen nedan förklaras funktionsprincipen för hur ett överströmsskydd fungerar. Alla skydd som testades fungerar enligt samma princip. När strömmen överstiger det förinställda maxvärdet så startar reläet. Efter en förinställd tid så löser skyddet ut som i sin tur utlöser

brytaren som är i facket reläet är anslutet till. När strömmen sedan sjunker under det inställda värdet, så släpper reläet. Hysteres innebär att skyddet inte släpper direkt strömnivån sjunker till det inställda värdet, utan att skyddet släpper först när strömnivån sjunker lite under det inställda värdet. T.ex. för Vamp 255 är den förinställda hysteresen för underspänning 3 %.



Figur 21. Graf för funktion av skydd.

Punkt *1 i grafen ovan beskriver vad som sker när strömvärdet överstiger det förinställda maximalt tillåtna strömvärdet. När reläet får en signal att strömmen är för hög så startar reläet. Efter att den förinställda tiden, som är i punkt *2 har gått ut så ger reläet en signal till brytaren som bryter strömmen till det bakomliggande nätet. När strömmen sedan sjunker under det maximalt tillåtna strömvärdet, punkt *3 så släpper skyddsreläet.

För att testa så att felrapportering och indikering fungerade till SCADA, så användes en dator som var ansluten till nätverket. När det kom ett larm så granskades de värden som angavs i SCADA mot de som utgavs från Sverker och sedan kvitterades larmen. Se bilaga 1 för testprotokoll.

8 Resultat

Resultatet av detta examensarbete blev ett fungerande kommunikationssystem mellan SCADA och skyddsreläerna.

Kommunikationen blev snabbare än tidigare. Till exempel vid manövrering av brytare behöver man inte längre vänta i upp till flera minuter efter manövrering före SCADA indikerar att en brytare öppnats/stängts, vilket gör att arbetet flyter på smidigare. Nu sker indikering och manövrering nästan ögonblickligen. Samtliga reläer fick även uppdaterad programvara vid utbyte av kommunikationskort och alla reläer blev periodbesiktade under testningen. All gammal utrustning som inte längre var i användning revs och det mesta slängdes. I och med det nya kommunikationssystemet och kommunikationsprotokollet så är Nykarleby Kraftsverks elstationer uppdaterade till dagens teknologiska standard. Vid eventuellt nybygge av ställverk så kan de gamla reläerna återanvändas.

9 Diskussion

Jag är själv mycket nöjd över arbetet och är glad att ha fått chansen att utföra det här arbetet. Trots att alla moment i arbetet inte gick som planerat så är jag nöjd med slutresultatet. Arbetet har gett mig nya kunskaper och är en värdefull kompetens i mitt framtida arbetsliv. Arbetet som har blivit utfört är inom mitt utbildningsområde och jag har fått behandla de teoretiska kunskaper som jag har lärt mig under utbildningen.

Arbetstiden blev längre än väntat. En av orsakerna var att en transformator från en elstation i Munsala skickades till ABB på service och var borta i ca 12-13 veckor. Under den tiden reservmatades Munsala från Kampen. Det betydde att under den tiden kunde vi inte ta bort och skicka iväg så många skyddsreläer som planerats. En annan orsak att arbetet tog längre tid än väntat, var att leveranstiderna för skyddsreläerna blev längre än utlovats.

Ett av problemen som uppstod under arbetets gång var att ett av de befintliga Vamp 255 reläerna i Kampen Gamla inte var kompatibelt med IEC 61850 p.g.a att det var för gammalt. Detta fick vi reda på först efter att vi hade skickat in reläet för att få ett nytt kommunikationskort. Problemet löstes genom att ett gammalt relä, som ändå var nyare än det befintliga, från en elstation i Jeppo kunde användas istället. Detta relä hade redan rätt kommunikationskort installerat och behövde därför inte uppdateras för att kunna användas i Kampen Gamla.

Ett annat problem som uppstod var att det inte gick att få nya kommunikationskort till Vamp 50 reläerna från Kampen Nya, utan att byta ut flera komponenter eller köpa helt nya reläer. Dessa komponenter fanns inte i Vasa, utan måste beställas från Tyskland. Det skulle därför bli en längre leveranstid för dessa reläer. Transformatorn från Kampen Gamla skulle skickas på service så det var bråttom att få tillbaka Vamp 50 reläerna. Ett beslut fattades om att reläerna skulle skickas tillbaka utan några uppdateringar och sedan vid ett senare tillfälle skulle det beslutas om nya reläer skulle beställas eller om de gamla skulle uppdateras. De gamla reläerna blev sedan inte använda, utan ett Vamp 50 skyddsrelä från Munsala, som inte var i användning längre, installerades i matnings-facket och i OT2 installerades det Vamp 255 skyddsrelä som inte kunde uppdateras, tillfälligt som reservskydd.

Slutligen kan jag tillägga att arbetet i sin helhet gick bra och jag är nöjd med slutresultatet. På arbetet återstår ännu två skyddsreläer som skall skickas i väg för att få nya kommunikationskort installerade. Av dessa två skyddsreläer kan bara ett skickas in åt gången. Arbetet i sin helhet förväntas bli slutfört under våren 2018.

10 Källförteckning

- [1] ABB. Why HVDC?. <http://new.abb.com/systems/hvdc/why-hvdc> (Hämtad 15.03.2018)
- [2] Fingrid. *Kraftöverörinsnät*. <https://www.fingrid.fi/sv/grid/allman-beskrivning/kraftoverforingsnat/> (Hämtad 15.03.2018)
- [3] Csanyi, E. (23.06.2016). *4 Main Types of Distribution Feeder Systems To Recognize*. <http://electrical-engineering-portal.com/4-main-types-distribution-feeder-systems#ring-main-distribution-system> (Hämtad 16.03.2018)
- [4] Hänninen, K. *Elnätets struktur*. https://energia.fi/sv/basfakta_om_energibranschen/energinat/elnat (Hämtad 17.03.2018)
- [5] Jakobsson, Karl Axel. 1997. Brytare. I Hans Blomqvist (red.) *Elkraftssystem 1*. Första upplagan 1. Stockholm: Lieber AB, 171 – 179.
- [6] Jakobsson, Karl Axel. 1997. Brytare. I Hans Blomqvist (red.) *Elkraftssystem 1*. Första upplagan 1. Stockholm: Lieber AB, 180 – 187.
- [7] ABB. *SPA-Bus Communication Protocol V2.5* https://library.e.abb.com/public/811733b652456305c2256db40046851e/SPAcomm_prot_EN_C.pdf (Hämtad 19.03.2018)
- [8] Gers, J. 12.03.2012. *A PRIMER on IEC 61850 grid data communications*. <https://blogs.dnvgl.com/energy/a-primer-on-iec-61850-grid-data-communications> (Hämtad 22.03.2018)
- [9] Mohagheghi, S., Tournier, J.-C., Stoupis, J., Guise, L., Coste, T., Andersen C.A. och Dall, J. (2014-02-09). *Applications of IEC 61850 in Distribution Automation*. https://www.researchgate.net/publication/252000959_Applications_of_IEC_61850_in_distribution_automation (Hämtad 22.03.2018)
- [10] Siemens. *Efficient Energy Automation with the IEC 61850 Standard*. https://www.energy.siemens.com/co/pool/hq/energy-topics/standards/iec-61850/Application_examples_en.pdf (Hämtad 22.03.2018)

- [11] Öhlén, Carl. 1997. Fjärrkontroll. I Hans Blomqvist (red.). *Elkraftsystem 1*. Första upplagan 1. Stockholm: Liber AB, 310 - 313
- [12] Momoh, J. 2008. SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). *Electric Power Distribution, Automation, Protection and Control*. Washington DC, Taylor and Francis Group, 261 – 263.
- [13] Bayliss, C., Hardy, B. 2007. Relay Protection. *Transmission and Distribution Electrical Engineering*. Tredje upplagan. Oxford, Elsevier Ltd, 269-267
- [14] Schneider Electric. V255. <https://m.vamp.fi/products/v200-series/v255/>. (Hämtat 19.03.2018)
- [15] Schneider Electric. V50. <https://m.vamp.fi/products/v50-series/v50/> (Hämtat 19.03.2018)
- [16] ABB. *SACO 64D4 Larmenhet*.
https://library.e.abb.com/public/c2932759dec5bc37c2256df2003ab088/SACO64D4_SV_B.pdf (Hämtat 19.03.2018)
- [17] ABB. *SPAU 341C*.
https://library.e.abb.com/public/4281601bbc46d386c1257272003d242a/FM_SPAU_341C_750707_SVdcaa.pdf (Hämtat 19.03.2018)
- [18] ABB. *SPAC 531*.
<https://library.e.abb.com/public/15a66014a89281e7c1257b0c00560b9b/spac531.pdf> (Hämtat 19.03.2018)
- [19] Momoh, J. 2008. SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). *Electric Power Distribution, Automation, Protection and Control*. Washington DC, Taylor and Francis Group, 263.
- [20] Megger. *SVERKER 750/760 Relay Test Unit*.
<https://isurplus.com.au/manuals/Megger%20Sverker%20750%20User%20Manual.pdf>. (Hämtat 24.03.2018)
- [21] Schneider Electric. *Vampset setting tool*. <https://m.vamp.fi/products/vampset/> (Hämtad 25.03.2018)

- [22] Proudfoot, D. 2002. UCA and 61850 for dummies.
<http://www.nettedautomation.com/download/UCA%20and%2061850%20for%20dummies%20V12.pdf>



Testprotokoll

Kund: NYKARLEBY KRAFTVERK
 Station: NYA KAMPEN
 Fack: J02 "KRAFTVERK"

Info

Skyddsrelä: **VAMP 255** Serienummer: **037192**
 Omsättningsförhållande strömtrafor: **200/5**

Överströmsskydd I>, I>>, I>>>

Inställningar	Primärt (A)	Sekundärt (A)	Tid (s)
I>	280	7	1,1
I>>	2500	62,5	0,4
I>>>	2900	72,5	0,1

Testresultat:

Fas	Skydd	Start (A)	Släpp (A)	Testström (A)	Utlösningstid (s)
L1	I>	7	6,8	10	1,046
L2	I>	7	6,8	10	1,043
L3	I>	7	6,8	10	1,044
L1	I>>	64	-	70	0,358
L2	I>>	63	-	70	0,355
L3	I>>	64	-	70	0,371
L1	I>>>	73	-	80	0,056
L2	I>>>	73	-	80	0,054
L3	I>>>	73	-	80	0,069

Överströmsblockering: **OK** Brytarfelsskydd: **OK, testad 0.3s**
 Ingen återinkoppling Fackets eget ljusbågsskydd testat
 Tider testade från reläets tripkontakt

Testutrustning

Märke: **Sverker 760**

Testning utförd

Datum: **2.1.2017** Av: **Kristoffer Ainonen** Sida: 1/2

Ainonen Expert Services Oy
 Lillbyvägen 159, 68940 Lillby
 +35840 772 3356

Moms nr. 2788721-1
 kristoffer.ainonen@aexs.fi
 www.aexs.fi



Testprotokoll

Kund: NYKARLEBY KRAFTVERK
 Station: NYA KAMPEN
 Fack: J02 "KRAFTVERK"

Info

Skyddsrelä: **VAMP255** Serienummer: **037192**
 Omsättningsförhållande kabelströmtrafo: **70/1**

Jordfelsskydd IoDir>, Io, Uo

Inställningar	Primärt (A)	Sekundärt (A)	Uo (%)	Tid (s)
IoDir> erotettu	1,5	0,02	10	0,9
IoDir> sammutettu	1,5	0,02	20	1,7
Io>	60	0,86	-	0,3
Uo> erotettu	-	-	30	3,6
Uo> sammutettu	-	-	60	6,4

Testresultat:

Skydd	Start (A)	Släpp (A)	Start (V)	Släpp (V)	Tid (s)	Vinkel (°)
IoDir> erotettu	0,02	0,02	10	9	0,84	225-315 Iref
IoDir> sammutettu	0,02	0,02	20	19	1,652	25-335 Iref
Io>	0,9	0,7	-	-	0,259	-
Uo> erotettu	-	-	30	28	3,55	-
Uo> sammutettu	-	-	60	58	6,39	-

Ingen återinkoppling

Testutrustning

Märke: **Sverker 760**

Testning utförd

Datum: **2.1.2017**

Av: **Kristoffer Ainonen**

Sida: 2/2

Ainonen Expert Services Oy
 Lillbyvägen 159, 68940 Lillby
 +35840 772 3356

Moms nr. 2788721-1
 kristoffer.ainonen@aexs.fi
 www.aexs.fi

